

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

zu P 609 816 EP

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM  
31. JANUAR 1957

DEUTSCHES PATENTAMT

# PATENTSCHRIFT

Nr. 957 239

KLASSE 21a<sup>4</sup> GRUPPE 46 01

INTERNAT. KLASSE H 04 d ———

T 10489 VIIIa/21a<sup>4</sup>

Dr. Walter Berndt, Berlin  
ist als Erfinder genannt worden

Telefunken G. m. b. H., Berlin

## Antennenanordnung

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 26. Januar 1955 an  
Patentanmeldung bekanntgemacht am 9. August 1956  
Patenterteilung bekanntgemacht am 10. Januar 1957

Bei der Entwicklung von Antennenanordnungen für Hochfrequenz-Nachrichtenanlagen bildet es ein wichtiges Problem, eine möglichst vollkommene Widerstandsanpassung über einen möglichst großen Bereich von Arbeitsfrequenzen aufrechtzuerhalten. Anpassungsfehler führen bekanntlich nicht nur zu einer höheren elektrischen Beanspruchung der Kopplungsmittel, besonders der Hochfrequenzleitung, zwischen Sender und Antenne durch die der fortschreitenden Welle überlagerte stehende Welle; sie ergeben durch die mit ihnen verknüpften Reflexionen bzw. Echos auch störende Signalverzerrungen. Eine starke Frequenzabhängigkeit des Scheinwiderstandes der Antenne innerhalb des Arbeitsfrequenzbereiches führt — wenn diese Abhängigkeit nicht durch geeignete Zusatzwiderstände ausgeglichen ist — außerdem zu weiteren Verzerrungen infolge der für die verschiedenen Frequenzen

wechselnden Übertragungsbedingungen. Jeder Fortschritt in Richtung einer Ausdehnung der bei vorgegebenem Maximalwert des Anpassungsfehlers ausnutzbaren Bandbreite ist gerade bei Antennenanordnungen von höchster Bedeutung, weil die Antenne in einer Nachrichtenanlage gewöhnlich den Teil bildet, welcher die ausnutzbare Bandbreite im wesentlichen bestimmt, da alle übrigen Teile für größere Bandbreiten bemessen werden oder leicht nachgestimmt werden können.

Die Erfindung betrifft Maßnahmen zur Verbesserung der Übertragungseigenschaften von Antennenanordnungen für horizontale Rundstrahlung. Um eine Konzentration der Strahlung in der Horizontalebene auf Kosten der Strahlung unter größeren Erhebungswinkeln zu bewirken, werden solche Antennen häufig mit zwei oder mehreren einander im wesentlichen elektrisch gleichwertigen Antennen-

teilen ausgeführt, welche vertikal übereinander angeordnet sind. Irgendein Fernpunkt der horizontalen Symmetrieebene der Antenne erhält von einer solchen Anordnung praktisch gleichphasige Strahlungen, wenn die Antennenhälften gleichphasig gespeist werden. Gleichphasige Speisung bildet daher den Regelfall für eine Konzentration der Strahlung in der Nachbarschaft der Horizontalebene.

Häufig ist es jedoch erwünscht, das Strahlungsmaximum etwas tiefer als horizontal zu legen, um dadurch der Tatsache Rechnung zu tragen, daß das zu versorgende Empfangsgebiet immer unterhalb des mathematischen und meistens auch wesentlich unter dem geographischen Horizont liegt. Dies gilt in besonderem Maße dann, wenn von einem hohen Antennenstandort aus tiefer gelegene Nahgebiete versorgt werden sollen. Umgekehrt kann bei einem Talstandort der Antenne auch der Fall eintreten, daß eine Anhebung des Strahlungskegels über die Horizontalebene hinaus erwünscht ist. Für beide Fälle ist es bereits bekannt, die gewünschte Abweichung der Strahlungsrichtung von der Horizontalen durch entsprechend bemessene Phasenunterschiede der Speisung in den übereinanderliegenden Antennenteilen zu bewirken. Beispielsweise wird für eine Absenkung der Hauptstrahlungsrichtung die Phase des Antennenstromes in einem höher angeordneten Antennenteil um einen entsprechend bemessenen Winkel voreilend gegenüber der Phase in einem tieferen Teil gewählt. Man erkennt, daß dann in einem Fernpunkt Gleichphasigkeit und damit ein Feldstärkemaximum auftritt, wenn die Weglängen von den beiden Antennenteilen bis zu dem Fernpunkt sich derartig unterscheiden, daß durch die Wegdifferenz die Phasendifferenz der Speisung ausgeglichen wird. Diese Bedingung erfordert einen längeren Weg von dem oberen, voreilend gespeisten Teil, entspricht also einer Absenkung des Strahlungsmaximums.

Im Hinblick auf das Problem der Erfindung ist es auch bekannt, daß sich die Übertragungseigenschaften einer in wenigstens zwei elektrisch gleichwertige Teile aufgeteilten Antennenanordnung wesentlich verbessern lassen, wenn man die elektrischen Längen der Zuführungsleitungen und Übertragungsmittel von einer gemeinsamen Verzweigungsstelle bis zu zwei einander entsprechenden Anschlußpunkten an den beiden Antennenteilen um  $\lambda/4$  entsprechend einen Phasenwinkel von  $90^\circ$  verschieden wählt, wobei  $\lambda$  die einer mittleren Arbeitsfrequenz entsprechende Wellenlänge ist. Es ergeben sich dadurch wesentliche Vorteile hinsichtlich der Frequenzabhängigkeit des Scheinwiderstandes der Antenne, da die beiden Blindwiderstandsänderungen der gleichartigen einander parallel geschalteten Verbraucher sich auf diese Weise gegenseitig kompensieren. Diese Wirkung beruht auf der bekannten Eigenschaft eines  $\lambda/4$ -Leitungstückes oder eines entsprechenden  $90^\circ$ -Netzes, den auf der einen Seite angeschlossenen Scheinwiderstand zur anderen Seite hin in seine elektrische Inversion zu transformieren. Diese Wirkung hat auch für die bei nicht idealer Anpassung, also in dem

praktisch gegebenen Fall, von den beiden gleichartigen Antennenteilen reflektierten Wellen die Folge, daß diese am Verzweigungspunkt einander auslöschen können. Der Vorgang wird am einfachsten verständlich durch die Überlegung, daß die in dem um  $\lambda/4$  längeren Weg hin- und zurückgelaufene Welle gegenüber der aus dem nicht verlängerten Weg zurückkehrenden Welle eine Phasendifferenz von  $180^\circ$  aufweist. Es ergibt sich daher durch die Speisung der beiden Antennenteile über um  $\lambda/4$  verschieden lange Wege eine verbesserte Breitbandwirkung der Antenne.

Allerdings hat diese Maßnahme zunächst die im allgemeinen unerwünschte Folge, daß die von den beiden verschiedenphasig gespeisten Antennenteilen ausgestrahlten Felder sich nun in anderer Weise zusammensetzen, so daß die Richtung der resultierenden Feldvektoren geändert wird. Praktisch ändert sich also die Richtung, unter welcher das Strahlungsmaximum erscheint. Für den Fall der betrachteten Rundstrahlantennen würde die Richtung des Strahlungsmaximums demnach nicht mehr die gewünschte horizontale oder schwach geneigte Richtung aufweisen, sondern eine im allgemeinen unerwünschte, meist zu stark gegenüber der Horizontalen geneigte Richtung einnehmen. Für Rundstrahlantennen mit horizontaler Strahlungskonzentration ist daher trotz der an sich häufig vorhandenen Aufteilung in übereinander angeordnete gleichartige Antennenteile die beschriebene  $90^\circ$ -Speisung im allgemeinen nicht anwendbar.

In einem speziellen Fall einer ebenfalls zu den Rundstrahlantennen zu rechnenden Anordnung ist diese  $90^\circ$ -Speisung — zwar nicht für übereinanderliegende Antennenteile, aber für in der gleichen Höhe liegende Strahler und zu einem abweichenden Zweck — vielfach im Gebrauch. Gemeint ist die sogenannte Drehkreuzantenne, in welcher zwei in einer Horizontalebene über Kreuz angeordnete oder aus an den Enden eines solchen gleicharmigen Kreuzes angebrachten vertikalen Elementen bestehende gleichartige Strahlerpaare um  $90^\circ$  phasenverschoben gespeist werden. Durch die Zusammenfassung der Strahlerpaare in der beschriebenen Weise ergeben sich die schon erwähnten Vorteile hinsichtlich der ausnutzbaren Bandbreite, der Auslöschung von Reflexionen, usw. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese bei Drehkreuzantennen bekannten Vorteile der  $90^\circ$ -Speisung auch bei anderen Formen von Rundstrahlantennen ausnutzbar zu machen und bei Drehkreuzantennen die Wirkung weiter zu verbessern sowie diese Vorteile mit einer Möglichkeit zur Festlegung des Winkels der Hauptstrahlungsrichtung gegenüber der Horizontalen zu verbinden.

Zu diesem Zweck sollen in einer Antennenanordnung für im wesentlichen horizontale Rundstrahlung mit wenigstens zwei vertikal übereinander angeordneten, einander im wesentlichen elektrisch gleichwertigen Antennenteilen, welche über wenigstens eine zu jedem Teil gehörende Zuleitung mit einer Verzweigungsstelle verbunden sind, erfindungsgemäß die beiden elektrischen Weglängen von der

Verzweigungsstelle bis zu zwei einander entsprechenden Anschlußpunkten an den beiden Antennenteilen sich um einen Phasenwinkel von wenigstens annähernd  $90^\circ$  oder einem ungradzahligen Vielfachen dieses Winkels unterscheiden; außerdem sollen die Antennenteile räumlich derartig voneinander verschieden ausgebildet oder/und räumlich derartig gegeneinander in bezug auf die vertikale Achse versetzt oder verdreht bzw. in solchem Abstand voneinander angeordnet sein, daß die durch den Phasenunterschied der Speisung hervorgerufene Abweichung der Hauptstrahlungsrichtung von der Horizontalen in dem gewünschten Maße oder vollständig ausgeglichen ist, vorzugsweise in einem solchen Maße, daß die Richtung, unter welcher das Strahlungsmaximum erscheint, gegenüber der Horizontalen um einen vorbestimmten Winkel geneigt ist. Unter Antennenanordnungen für im wesentlichen horizontale Rundstrahlung sollen in diesem Zusammenhang solche Anordnungen verstanden werden, welche im Gegensatz zu einseitig strahlenden Richtantennen eine für Rundfunk- und Fernseh Zwecke geeignete Strahlungsverteilung aufweisen, da ihr Versorgungsgebiet den Antennenstandort im allgemeinen umgibt. Die Strahlungsverteilung braucht dabei jedoch keineswegs die Bedingungen eines Kreisdigrammes zu erfüllen. Die Strahlungsverteilung kann beispielsweise auch derartig sein, daß das Diagramm in Annäherung eine Ellipse ist, wobei die Antenne sich in der Nähe des einen Brennpunktes befindet, oder es kann eine andere, den Erfordernissen einer Rundfunkversorgung eines ausgedehnten Gebietes angepaßte Diagrammform erzeugt sein.

Das Wesen und die Vorteile der Erfindung werden am besten durch Betrachtung eines besonderen Ausführungsbeispiels verständlich werden. Um den Unterschied der erfindungsgemäßen Anwendung einer  $90^\circ$ -Speisung von der bei Drehkreuzantennen bekannten Speisungsart darlegen zu können, ist für dieses Beispiel ebenfalls eine Drehkreuzantenne gewählt. Diese Antennenform besitzt zwei oder mehrere räumlich gegeneinander verdrehte und zeitlich in entsprechender Phasenverschiebung erregte Strahlerpaare. Die geeignete Größe der Phasenverschiebung für die einzelnen über den Umfang verteilten Strahlerpaare wird durch vorgeschaltete Phasenglieder — im einfachsten Falle Leitungsstücke von entsprechender elektrischer Länge — bewirkt. Gewöhnlich werden zwei unter  $90^\circ$  räumlich gekreuzte Strahlerpaare verwendet und mit  $90^\circ$  Phasenverschiebung erregt. Es können aber auch mehr als zwei Strahlerpaare in gleichen Winkeln zueinander verteilt angeordnet und entsprechend mit geringeren Phasenverschiebungen erregt werden. Eine ins einzelne gehende Beschreibung der verschiedenen Formen bekannter Drehkreuzantennen ist an dieser Stelle nicht erforderlich; es kann auf die entsprechenden Beschreibungen in der Fachliteratur Bezug genommen werden.

In dem hier zu behandelnden Beispiel einer Drehkreuzantenne nach der Erfindung sei eine Anordnung mit zwei unter  $90^\circ$  gekreuzten Strahlerpaaren

angenommen. Von diesen seien voraussetzungsgemäß — beispielsweise zum Zwecke der Erhöhung der Feldstärke in der Horizontalebene — zwei oder mehr vertikal übereinander angeordnete gleichartige Antennenteile vorgesehen, welche über wenigstens eine zu jedem Teil gehörende Zuleitung mit einer Verzweigungsstelle an einer Hauptleitung verbunden sind.

In Abb. 1 ist eine solche Antennenanordnung dargestellt. Mit 1, 2 und 3, 4 sind zwei mit ihrer Längserstreckung horizontal angeordnete, einander rechtwinklig kreuzende,  $\lambda/2$  lange Dipolstrahler bezeichnet, welche einen Antennenteil im Sinne der Erfindung bilden. Ein zweiter Antennenteil der gleichen Art mit den Strahlern 5, 6 und 7, 8 ist mit der Strahlerebene ebenfalls horizontal und in einem gewissen Abstand vertikal unterhalb des ersten Antennenteiles angeordnet. Der untere Antennenteil ist von oben gesehen in Uhrzeigerrichtung um den Verdrehungswinkel  $\beta$  gegenüber dem oberen Antennenteil verdreht. Jeder der beiden Teile bildet für sich bereits eine Drehkreuzantenne, da die Strahler 1, 2 und 5, 6 gegenüber der zugehörigen Strahlern 3, 4 und 7, 8 mit einer nacheilenden Phasenverschiebung von  $90^\circ$  erregt werden. Dies ist in der Zeichnung durch die in die entsprechenden Zweigleitungen eingezeichneten  $90^\circ$ -Netze angedeutet.

Die beiden bisher beschriebenen Antennenteile sowie ihre Zusammenfassung zu einer Drehkreuzantenne sind bereits bekannt und stellen für sich keinen Gegenstand der Erfindung dar. Die Erfindung zeigt sich in Abb. 1 vielmehr erst in der besonderen Speisung der beiden beschriebenen Antennenteile über die Leitungen 9 und 10, wobei in die Leitung 10 ein  $90^\circ$ -Netz oder eine  $\lambda/4$ -Leitung eingeschaltet ist, und wobei durch Bemessung des Verdrehungswinkels  $\beta$  des unteren Antennenteiles gegenüber dem oberen Antennenteil die unerwünschten Wirkungen der um  $90^\circ$  phasenverschobenen Speisung auf das Strahlungsverhalten wieder ausgeglichen sind.

In Abb. 1 sind die Doppelleitungen 9 und 10 an eine Brückenordnung angeschlossen, welche unter der Bezeichnung »Echofalle« bekannt ist. Es sei aber zunächst der Einfachheit halber angenommen, daß die Doppelleitungen 9 und 10 mit ihren Enden direkt miteinander und mit der zum Sender weiterführenden Leitung verbunden seien. Man erkennt dann ohne weiteres, daß bei völliger elektrischer Gleichheit der beiden Antennenteile und unter der Annahme, daß bei beiden ein gewisser Anpassungsfehler vorliegt, die vom Verzweigungspunkt zum unteren Antennenteil laufende und von diesem reflektierte Welle bis zum Verzweigungspunkt zurück einen um  $180^\circ$  bzw.  $\lambda/2$  längeren Weg zurückgelegt hat als die entsprechende von dem oberen Antennenteil reflektierte Welle. Es findet also auch ohne Echofalle bereits eine weitgehende Auslöschung der reflektierten Signale statt. Die Anwendung einer Echofalle erlaubt jedoch, die Bandbreite, innerhalb welcher eine solche Auslöschung eintritt, noch weiter auszudehnen bzw. eine zeitweise Amplituden-

erhöhung der reflektierten Wellen (z. B. bei Ver-  
einsung der Antenne) ebenfalls auszugleichen. Wie  
aus der Zeichnung ersichtlich ist, gelangt die  
Senderenergie über die koaxiale Speiseleitung 11 zu  
5 einer Symmetrierschleife 12, die in an sich bekann-  
ter Weise ausgeführt ist. Von dieser Symmetrier-  
schleife aus wird die Brückenordnung, in deren  
Zweigen über die Leitungen 9 und 10 die Fuß-  
punktswiderstände der Antennenteile liegen, mit  
10 Spannung versorgt. Die reflektierten Wellen treten  
nun mit  $180^\circ$  Phasenverschiebung an der Diagonale  
der Brücke auf, wo nicht ausgeglichene Reste dieser  
Wellen im Widerstand 13 vernichtet werden.

In Abb. 1 sind der Einfachheit halber die Lei-  
15 tungsstücke 9 und 10 sowie die Verzweigungen der  
Speiseleitungen für die beiden Antennenteile als  
symmetrische Leitungen dargestellt. In der Praxis  
werden diese Leitungen jedoch im allgemeinen als  
Koaxialleitungen ausgeführt, wobei in bekannter  
20 Weise an jeder Drehkreuzgruppe eine weitere Sym-  
metrieranordnung neben der  $90^\circ$ -Umwegleitung er-  
forderlich wird. Im Falle der Ausführung in  
Koaxialtechnik könnte der linke Anschlußpunkt des  
Widerstandes 13 geerdet sein und mit den Außen-  
25 leitern der beiden Leitungen 9 und 10 verbunden  
werden.

Wie aus Abb. 1 zu erkennen ist, sind die darge-  
stellten  $90^\circ$ -Glieder in zwei voneinander zu unter-  
scheidenden Arten bzw. mit unterschiedlichen  
30 Zwecken verwendet. Die beiden den Antennen-  
teilen 1, 2, 3, 4 und 5, 6, 7, 8 unmittelbar zugeord-  
neten Glieder dienen zur Drehkreuzspeisung in  
Verbindung mit den räumlich entsprechend orien-  
tierten Strahlerpaaren. Ihre Anwendung in dieser  
35 Weise ist bekannt; wobei auch der Vorteil einer  
Verbesserung der Breitbandeigenschaften für jeden  
Antennenteil allein bereits auftritt. Auch ist die  
Verwendung einer Echofalle in Verbindung mit  
einer einzelnen über ein  $90^\circ$ -Glieder gespeisten Dreh-  
40 kreuzgruppe ebenfalls bekannt. Neu ist in Abb. 1  
demgegenüber die Verwendung eines weiteren  $90^\circ$ -  
Gliedes für die Verbindung der beiden in verschie-  
denen Höhen übereinander angeordneten Antennen-  
teile mit dem gemeinsamen Verzweigungspunkt der  
45 Leitung. Durch diese Maßnahme tritt eine wesent-  
liche weitere Verbesserung der Breitbandwirkung  
gegenüber den Eigenschaften einer einzelnen  
Gruppe ein. Da die Eigenschaften der einzelnen  
Teile bereits durch die erste  $90^\circ$ -Schaltung mit dem  
50 damit bewirkten teilweisen Ausgleich der Blind-  
widerstandsgänge verbessert sind, ergibt sich im  
Falle des behandelten Beispiels durch die Erfin-  
dung eine nochmalige gegenseitige Kompensation  
der Restfehler durch die zweite  $90^\circ$ -Schaltung der  
55 Antennenteile, bzw. eine Kompensation über einen  
größeren Frequenzbereich, wenn die beiden  $90^\circ$ -  
Netze für verschiedene Frequenzen gewählt wer-  
den. Darüber hinaus ergibt sich die Möglichkeit,  
60 durch räumliches Drehen des mit voreilender Phase  
gespeisten Antennenteiles das Strahlungsmaximum  
wieder in die Horizontalebene oder in die ge-  
wünschte Richtung zu lenken. Der Winkel  $\beta$ , um  
den die Antennenteile in dieser Weise gedreht sind,

wird so bestimmt, daß der Strahlungskegel den ge-  
wünschten Öffnungswinkel erhält. Der räumliche  
65 Verdrehungswinkel kann demnach so gewählt wer-  
den, daß die von beiden Antennenteilen ausgestrah-  
lten Felder sich wieder in der gleichen Weise, bei-  
spielsweise bezogen auf die Horizontalebene gleich-  
70 phasig, zusammensetzen, wie dies bei einer entspre-  
chenden Antenne ohne Anwendung des Erfindungs-  
gedankens der Fall wäre; es kann dann beispiels-  
weise die Lage des Strahlungsmaximums in der  
Horizontalebene wiederhergestellt werden. Es kann  
75 aber auch der durch die räumliche Verdrehung für  
die Zusammensetzung der abgestrahlten Felder  
nicht ausgeglichene Rest des Phasenwinkelunter-  
schiedes derart bemessen sein, daß die Richtung,  
unter welcher das Strahlungsmaximum erscheint,  
80 gegenüber der Horizontalen um einen vorbestimm-  
ten Winkel geneigt ist.

Wenn jeder der beiden Antennenteile für sich  
allein ein Horizontalstrahlungsdiagramm aufweist,  
welches in unerwünschter Weise von der Kreisform  
abweicht, kann durch die Erfindung mittels der Be-  
85 messung des räumlichen Verdrehungswinkels auch  
eine Verbesserung der Diagrammform im Sinne  
einer Annäherung an die Kreisform bewirkt wer-  
den. Eine vielfach benutzte Form einer Drehkreuz-  
antenne, welche zwei gekreuzte lineare  $\lambda/2$ -Strahler  
90 aufweist, die mit  $90^\circ$  Phasenverschiebung erregt  
werden, besitzt ein Horizontalstrahlungsdiagramm  
mit vier ausgeprägten, räumlich um  $90^\circ$  gegenein-  
ander verdrehten Maxima. Es ist ersichtlich, daß  
zur Verrundung die beiden Antennenteile räumlich  
95 wenigstens ungefähr um  $45^\circ$  gegeneinander ver-  
dreht werden müßten, während ein völliger Aus-  
gleich der gemäß der Erfindung vorgesehenen  $90^\circ$ -  
Phasenverschiebung der Speisung für die Strah-  
lungseigenschaften in dem betrachteten Falle einen  
100 räumlichen Verdrehungswinkel von  $90^\circ$  erfordern  
würde. Es blieben demnach  $45^\circ$  Phasendifferenz  
unausgeglichen. Bei Zugrundelegung üblicher Werte  
für den vertikalen Abstand der Antennenteile von-  
einander bewirken diese  $45^\circ$  unausgeglichener  
105 Phasendifferenz eine Neigung des Winkels der  
Hauptstrahlungsrichtung gegenüber der Hori-  
zontalen von ungefähr  $1^\circ$ . Durch Einhaltung eines  
 $45^\circ$ -Phasennachlaufes des unteren Antennenteiles  
gegenüber dem oberen wird die Hauptstrahlungs-  
110 richtung in diesem Ausmaß gegenüber der Hori-  
zontalen abgesenkt, was einem sehr häufig anzu-  
treffenden praktischen Bedürfnis weitgehend ent-  
spricht. Wie aus dem gewählten Zahlenbeispiel  
schon zu erkennen ist, ist die Abhängigkeit des  
115 Winkels der Absenkung von dem unausgeglichene  
Rest des Phasenwinkelunterschiedes unkritisch.  
Außer bei Antennen mit außerordentlich scharfer  
Bündelung wird sich daher ohne Schwierigkeiten  
ein räumlicher Verdrehungswinkel festlegen lassen,  
120 der eine Diagrammverrundung bei einer geeigneten  
Größe des Absenkwinkels ergibt.

Bei Antennen mit hoher Gewinnziffer und ent-  
sprechend scharfer Bündelung kann für die gleich-  
zeitige Erfüllung der Verrundungsbedingung und  
125 der Erzielung eines vorbestimmten Neigungs-

winkels der Hauptstrahlungsrichtung gegenüber der Horizontalen der vertikale Abstand der Antennenteile voneinander als weitere Bestimmungsgröße in geeigneter Weise bemessen werden. Es ist bekannt, daß bei Richtantennen der Auswanderungswinkel der Hauptstrahlung sowohl von der Phasenverschiebung der Erregung der einzelnen Elemente als auch von dem Abstand dieser Elemente abhängt. Wenn in dem betrachteten Beispiel der unausgeglichenen Restwinkel von  $45^\circ$  einen unerwünschten Wert des Absenkwinkels ergibt, kann durch entsprechende Bemessung des vertikalen Abstandes der beiden Antennenteile eine Korrektur bewirkt werden, die zur gleichzeitigen Erfüllung beider Bedingungen führt.

Eine weitere Korrekturmöglichkeit von ähnlicher Wirkung ergibt sich dadurch, daß jedem einzelnen der beiden betrachteten, nach der Erfindung mit  $90^\circ$  Phasenverschiebung gespeisten Antennenteile eine gewisse von der Horizontalen abweichende Hauptstrahlungsrichtung verliehen wird. Dies bedingt, daß innerhalb der beiden gleichartigen Antennenteile in unterschiedlicher Höhe angeordnete Strahler über Leitungsstücke oder Netze mit unterschiedlichen Phasenwinkeln bzw. elektrischen Längen gespeist werden. Da ohnehin gewöhnlich zur Erzielung ausreichender Bündelungsschärfen insgesamt wenigstens vier in vertikaler Staffelung angeordnete Elemente vorgesehen werden, erfordert diese Maßnahme keinen wesentlichen zusätzlichen Aufwand.

Die Verwendung einer Mehrzahl von vertikal gestaffelten Elementen innerhalb jeder einzelnen der beiden mit  $90^\circ$  Phasenverschiebung gespeisten Teile ergibt ferner die Möglichkeit, die innerhalb dieser Teile angeordneten Drehkreuzstrahler um die gemeinsame Vertikalachse herum in solchen Winkeln gegeneinander verdreht anzuordnen, daß das Horizontalstrahlungsdiagramm jedes Antennenteiles bereits eine an die Kreisform weitgehend angenäherte Gestalt besitzt, wobei die räumlichen Verdrehungen durch elektrische Phasenverschiebungen der Erregungen berücksichtigt und in bezug auf die Phasen der ausgestrahlten Feldkomponenten ausgeglichen werden können. Die Diagrammverrundung wird dabei schon in jedem Antennenteil für sich bewirkt, so daß bei der Zusammenfassung der Wirkungen dieser Teile ihr gegenseitiger räumlicher Verdrehungswinkel ohne Rücksicht auf die Diagrammform, also lediglich in geeigneter Größe für die Wiederherstellung der gewünschten Strahlungsrichtung, bemessen werden kann.

Es sei erwähnt, daß es bereits an sich bekannt ist, daß durch zwischengeschaltete Lecherleitungen geeigneter Länge und geeigneten Wellenwiderstandes sich die Frequenzgänge der Scheinwiderstände von auf beiden Seiten dieser Leitungsstücke angeschlossenen Antennen kompensieren lassen. Eine Anordnung dieser Art wird beispielsweise in der Patentschrift 723 509 beschrieben. Derartige Speisungssysteme mit zwischengeschalteten phasenverschiebenden Leitungsstücken zwecks Kompensation der Blindwiderstandsgänge waren jedoch nur in

speziellen, besonders gelagerten Fällen anwendbar, nämlich nur dann, wenn die durch die zwischengeschalteten Leitungsstücke bedingte Phasenverschiebung der Erregung der Strahler gleichzeitig auch die für die gewünschte Richtwirkung erforderlichen Phasenbedingungen erfüllt. Die Erfindung gibt demgegenüber für Rundstrahlantennen eine allgemein anwendbare Lösung an.

Ferner ist es bekannt, die Strahlrichtung einer aus zwei Teilen zusammengesetzten Antennenanordnung dadurch zu verändern, daß in die Zuführungsleitung zu dem einen der beiden Teile eine Umwegleitung eingeschaltet wird oder die Zuleitungslänge zu dem einen Teil gegenüber der Zuleitungslänge zu dem anderen Teil verändert wird. Dies geht beispielsweise aus der Patentschrift 635 500 hervor. Bei der Antennenanordnung nach der Erfindung dient jedoch die entsprechende Maßnahme nicht in erster Linie zur Veränderung der Strahlrichtung, sondern zum Ausgleich des Blindwiderstandsganges und einer Ausdehnung der ausnutzbaren Bandbreite, wobei Veränderungen der Strahlrichtung durch die zweite angegebene Maßnahme — Bemessung räumlicher Veränderungen — auf das gewünschte Maß zurückgeführt werden können.

In Abb. 2 ist vereinfacht eine Drehkreuzantennenanordnung nach der Erfindung dargestellt, in welcher die beiden vertikal übereinander angeordneten Antennenteile bereits aus je vier übereinander angeordneten Elementen zusammengesetzt sind. Jedes Element ist lediglich durch ein Rechteck angedeutet, zu dessen rechter Seitenlinie eine Speiseleitung geführt ist. Um nun innerhalb jedes Antennenteiles den Winkel der Maximalstrahlung bereits gegenüber der Horizontalrichtung um einen Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  abzusenken, werden die genannten Elemente der Antennenteile 14 und 15 mit verschiedenen Phasenwinkeln  $\varphi_1, \varphi_4$  und  $\varphi_1', \varphi_4'$  gespeist. Die Antennenteile besitzen also an sich bereits eine für ihre Zusammenfassung und für die späteren Schritte gemäß der Erfindung in günstiger Weise geeignete Strahlungsrichtung. Sämtliche Zweigleitungen zu den Elementen enthalten die in Rechteckform angedeuteten Umwegleitungen oder Phasenverschiebungsnetze und werden über die Sammelleitungen 16 und 17 zum Anschlußpunkt der Hauptleitung 18 geführt. Die Leitung 17 zu dem unteren Antennenteil 15 enthält wie im Falle der Abb. 1 die Leitung 10 ein  $90^\circ$ -Netz bzw. eine  $1/4$ -Umwegleitung, so daß sich die in Verbindung mit Abb. 1 bereits erörterten Vorteile ergeben. Der Ausgleich in bezug auf die Strahlungseigenschaften erfolgt dann wieder durch Bemessung des räumlichen Verdrehungswinkels des ganzen unteren Antennenteiles 15 gegenüber dem oberen Antennenteil 14.

Wenn auch in dem Beispiel nach Abb. 1 eine solche Anordnung der Strahlerelemente dargestellt ist, daß sich eine horizontale Polarisierung der abgestrahlten Wellen ergibt, so ist doch festzustellen, daß die Anwendung der Erfindung bei Drehkreuzantennen für jede beliebige Polarisationsrichtung, besonders auch für vertikale Polarisierung, mit gleicher Wirkung möglich ist. Ein ähnliches Verhalten

wie Drehkreuzantennen können bei geeigneter Bemessung auch die bekannten, mit fortschreitenden Wellen arbeitenden Schraubenantennen aufweisen, wenn beispielsweise die Länge eines Schraubenganges gleich einer Wellenlänge ist. Unter den Begriff der Drehkreuzantennen fallen auch Antennenformen mit über den Umfang eines Mastes verteilten vertikalen oder horizontalen Strahlerelementen, wenn diese Elemente Ströme führen, deren Phasen den Azimuten der Elemente entsprechen, beispielsweise vier um einen Mast mit quadratischem Querschnitt angeordnete, aus linearen Dipolstrahlern aufgebaute Strahleranordnungen, deren Ströme die Phasenwinkel  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  haben.

Die Erfindung ist auch keineswegs nur bei Drehkreuzantennen anwendbar. Ein weiteres Anwendungsgebiet eröffnet sich bei Antennen, welche aus sogenannten Ringstrahlern aufgebaut sind; darunter sollen solche Strahler verstanden werden, deren Elemente auf einem um eine Mittelachse beschriebenen Ring oder Polygon liegen und im wesentlichen gleichphasige Ströme führen. Je nach der räumlichen Anordnung der Strahlerelemente in bezug auf den Ring kann man unterscheiden zwischen solchen Ringstrahlern, bei denen die Strahlerelemente Teile des Ringes oder Polygone bilden und die Richtungen der Antennenströme gleichermaßen ringförmig die gemeinsame Achse umkreisen, so daß sich bei der im vorliegenden Falle vorauszusetzenden vertikalen Lage dieser Achse horizontale Polarisation ergibt, und Ringstrahlern mit quer zu einer Tangente des Ringes oder Seite des Polygons orientierten, über den Umfang verteilten Elementen, so daß sich bei der angenommen vertikalen Achsenlage vertikale Polarisation ergibt.

In Abb. 3 ist eine Ausführungsform einer Antennenanordnung nach der Erfindung dargestellt, welche zeigen soll, wie bei übereinander angeordneten, aus Ringstrahlern gebildeten Antennenteilen für horizontale Polarisation der durch die  $90^\circ$  Phasenverschiebung entstehende Winkelfehler des Strahlungsmaximums korrigiert werden kann. Im Sinne des Erfindungsgedankens hat dies durch eine die räumliche Anordnung betreffende Maßnahme zu geschehen. Von der gemeinsamen Speiseleitung 23 her wird der obere, aus Schlitzstrahlern aufgebaute Antennenteil 19 über den Leitungszweig 21, der untere Antennenteil 20 über den Leitungszweig 22 mit  $90^\circ$  Phasennacheilung gespeist. Wären die elektrisch einander gleichwertigen Antennenteile auch räumlich untereinander gleich ausgebildet, so würde die Nacheilung der Speisung des unteren Teiles eine wesentliche Verlagerung des Strahlungsmaximums aus der Horizontalebene nach unten zur Folge haben. Zum Ausgleich ist entsprechend der Erfindung der untere Antennenteil mit einem gegenüber dem Durchmesser  $D_1$  des oberen Teiles vergrößerten Durchmesser  $D_2$  ausgebildet. Dadurch ergibt sich in der Fortschreitungsrichtung der Welle eine räumliche Voreilung der von dem unteren Teil ausgehenden Welle, durch welche die zeitliche Nacheilung der Speisung teilweise, vollständig oder sogar überkompensiert werden

kann, so daß sich die gewünschte Richtung für das Strahlungsmaximum bei etwa  $0,7^\circ$  unter der Horizontalen ergibt. Um für die Antennenteile 19 und 20 trotz der verschiedenen Durchmesser ungefähr kreisförmige Horizontaldiagramme zu erhalten, sind die Schlitzzahlen verschieden gewählt, vorzugsweise ungefähr im Verhältnis der Durchmesserwerte. In dem dargestellten Beispiel ist der obere Teil mit zwei Schlitzten in jedem Strahler, der untere mit vier Schlitzten je Strahler ausgeführt. Die Zunahme des Durchmessers nach unten ist in statischer Hinsicht günstig, da sie sich der Bauform konstanter Querschnittsbelastung annähert.

Abb. 4 zeigt ein Beispiel für die Anwendung der Erfindung auf zwei übereinander angeordnete Rundstrahlgruppen 25 und 26, welche aus je vier Richtstrahlern bekannter Bauform zusammengesetzt sind. Jeder Richtstrahler enthält zwei Strahlerpaare, von denen in der oberen Gruppe 25 lediglich die Paare 27, 28 und in der unteren Gruppe die Paare 29, 30 mit Bezugsziffern versehen sind. Die Anordnung der Speiseleitungswege kann die gleiche sein wie in Abb. 3. Auf ihre Darstellung ist daher verzichtet. Die Antennenteile 25 und 26 sind auf den Seiten je eines gleichseitigen geraden Prismas angeordnet, im dargestellten Beispiel auf vierseitigen (über einem Quadrat aufgebauten) Prismen. Zur Erhöhung der Bündelungswirkung könnten im oberen und unteren Antennenteil auch zwei oder mehr Strahlergruppen vorgesehen sein. Der Durchmesser des unteren Prismas ist größer gewählt als der des oberen. Dadurch ergibt sich die gewünschte Kompensation für die Abweichung der Strahlungsrichtung von der angenähert horizontalen Richtung, welche durch Anwendung der  $90^\circ$ -Speisung hervorgerufen wird. Die Aufhängung der unteren Gruppen auf Prismen von größerem Durchmesser kommt dabei den durch die Turmform gegebenen Bedingungen ebenfalls sehr entgegen. In Abb. 4 sind die Strahlerelemente 27, 28, 29, 30 usw. in horizontaler Lage dargestellt, so daß sich horizontale Polarisation ergibt. Die Wirkung der besonderen Ausbildung dieser Antenne nach der Erfindung würde aber auch in gleicher Weise vorhanden sein, wenn die einzelnen Strahlergruppen 25 bzw. 26 um ihre horizontale Symmetrieachse herum um  $90^\circ$  gedreht würden, so daß die Strahlerelemente in eine vertikale Lage kommen.

In Abb. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Antennenanordnung nach der Erfindung dargestellt, in welchem die Antennenteile aus Ringstrahlern 31 und 32 bestehen. Die Ringstrahler werden von je drei geknickten  $1/2$ -Dipolen gebildet, deren lineare Strahlerteile auf den Seiten eines Sechsecks liegen. Von jedem Antennenteil ist nur je ein Ringstrahler zeichnerisch dargestellt; es ist jedoch zu unterstellen, daß jeder Antennenteil aus einer Mehrzahl derartiger Ringstrahler aufgebaut sein kann, welche längs einer gemeinsamen vertikalen Mittelachse angeordnet sind. Das Speisungsschema der beiden Antennenteile ist nicht dargestellt, da es dem Schema der Abb. 3 entsprechen kann. Beispielsweise kann in dem vom gemein-

samen Verzweigungspunkt zum unteren Antennenteil führenden Leitungszweig eine  $90^\circ$ -Umwegleitung eingeschaltet sein, während der zum oberen Antennenteil führende Leitungszweig eine solche Umwegleitung nicht enthält. Zum teilweisen oder vollständigen Ausgleich der auf diese Weise verursachten Änderung der Strahlungsverteilung im Sinne einer Absenkung der Hauptrichtung nach unten ist der Durchmesser des für die Strahlerelemente als Regelfläche zugrundegelegten Sechsecks für den unteren Antennenteil 32 entsprechend größer gewählt als für den oberen Antennenteil 31. Dementsprechend besitzt auch der untere Mastteil 33 einen größeren Durchmesser als der obere Mastteil 34. In der Zeichnung ist angedeutet, daß der untere Mastteil 33 als Gittermast, der obere Mastteil 34 als Rohrmast ausgebildet sein kann. Es können aber auch beide Teile Rohrmaste sein. Ferner kann die Zahl der Dipole im unteren Antennenteil größer sein als im oberen.

Abb. 6 zeigt eine Rundstrahlantenne, deren Antennenteile aus den Ringstrahlern 35 und 36 bestehen. Die Ringstrahler sind aus vier Richtstrahlergruppen mit je zwei Ganzwellendipolen aufgebaut. Jeder Richtstrahlergruppe ist ein flächen- oder gitterförmiger Reflektor zugeordnet. Auch in dieser Zeichnung ist auf die Darstellung des Speisungsschemas verzichtet worden. In jedem Antennenteil können auch mehrere Ringstrahler vorgesehen sein. Die Strahler werden von einem Mast 37 getragen, welcher einen quadratischen Querschnitt besitzt. Bemerkenswert ist, daß der Querschnitt des Mastes für beide Antennenteile in diesem Beispiel gleich ist. Der aus den gleichen Gründen wie bei der Anordnung nach Abb. 5 erforderliche größere Durchmesser des unteren Antennenteiles ergibt sich durch die unterschiedliche Anordnung und Befestigung der Richtstrahlergruppen des oberen und des unteren Antennenteiles am Mast 37. Wenn man als Hauptebene der Richtstrahlergruppen diejenige Ebene bezeichnet, welche die Achsen der vier Strahlerelemente an der Stelle des Strommaximums (bzw. des Spannungsminimums) schneidet, so sind die Strahler des oberen Antennenteiles 35 an dem quadratischen Mast 37 derartig befestigt, daß ihre Hauptebenen den äußeren Begrenzungsebenen des Mastes im wesentlichen parallel sind, während die Strahler des unteren Antennenteiles 36 an dem Mast derartig befestigt sind, daß ihre Hauptebenen die äußeren Begrenzungsebenen bzw. deren Fortsetzungen unter einem Winkel von ungefähr  $45^\circ$  schneiden. Die flächen- bzw. gitterartigen Reflektoren der Strahler sind im oberen Antennenteil 35 den äußeren Begrenzungsebenen des Mastes benachbart und an diesen befestigt, während sie im unteren Antennenteil 36 den Mastkanten benachbart und an den letzteren befestigt sind.

In Abb. 7 sind für die Anwendung der Erfindung auf Fernsender als Beispiel vier verschiedene Speisungsschemata dargestellt. Der linke Teil der Zeichnung zeigt eine Drehkreuzantenne etwa von der in Abb. 1 dargestellten Art mit den Antennenteilen 38 und 39, welche um ungefähr  $45^\circ$  gegen-

einander gedreht sind. Jeder Antennenteil besteht aus sechs übereinander angeordneten Drehkreuzstrahlern. Je zwei unmittelbar übereinanderliegende Drehkreuzstrahler jedes Antennenteiles sind für die Verbindung mit der Speiseleitung zusammengefaßt. Dementsprechend sind für jeden Antennenteil drei Leitungszweige als Verbindungen zu den Leistungstransformatoren 40 und 41 vorgesehen. Von diesen geht die Verbindung zu den zentralen Speisepunkten 42 und 43, und zwar von dem oberen Antennenteil bzw. dem Transformator 40 direkt zum Anschluß 42, während in der entsprechenden Verbindung des unteren Antennenteiles zum Anschluß 43 eine  $90^\circ$ -Umwegleitung liegt.

Im rechten Teil der Abb. 7 ist eine Drehkreuzantenne mit den Antennenteilen 44 und 45 dargestellt, welche aus Strahlern in Schmetterlingsform aufgebaut ist. Die Anordnung der Antenne und das Speisungsschema entsprechen sonst der im linken Teil der Zeichnung dargestellten, schon besprochenen Antenne. Die Zweige der Speiseleitungen für die einzelnen Antennenteile vereinigen sich in den Transformatoren 46 und 47, von denen die Verbindung zu den Anschlußpunkten 42 und 43 einmal direkt, das andere Mal über eine  $90^\circ$ -Umwegleitung geführt ist. Die Zeichnung ist so zu verstehen, daß an die Anschlußpunkte 42, 43 entweder die links dargestellte Antenne oder die rechts dargestellte Antenne angeschlossen sein kann. In gleicher Weise könnte aber auch eine aus Ringstrahlern, beispielsweise aus Schlitzstrahlern wie in Abb. 3, aufgebaute Antenne mit den zentralen Speisepunkten 42, 43 verbunden sein.

In den Teilen *a*, *b*, *c* und *d* der Abb. 7 sind vier verschiedene, an sich bekannte Anordnungen eines Bildsenders *BS* und eines Tonsenders *TS* dargestellt, welche mit Vorteil in Verbindung mit einer Antenne nach der Erfindung verwendet werden können. In dem Schema *a* sind Bildsender und Tonsender über die Brückenweiche *BW* mit den Anschlußpunkten 42 und 43 der Antenne verbunden. Die Speisung des unteren Antennenteiles über ein  $90^\circ$ -Glied ergibt hier die Möglichkeit der Verwendung einer Brückenweiche (Diplexer), deren Arbeitsweise, wie aus der Fachliteratur bekannt, an das Vorhandensein des  $90^\circ$ -Umwegs gebunden ist. In dem Schema *b* sind Bild- und Tonsender durch eine Filterweiche *FW* gegeneinander entkoppelt. Ihre gemeinsame Energie wird von der Filterweiche über nur ein Kabel *K* auf die Anschlußpunkte 42, 43 übertragen. Hier ergibt sich der bereits erwähnte Vorteil, daß die Anordnung gemäß der Erfindung eine Auslöschung von Reflektionen und eine Ausdehnung des ausnutzbaren Frequenzbereiches ergibt. In dem Schema *c* ist in die Verbindung zu den Antennenanschlußpunkten 42, 43 noch eine Echofalle *EF* eingeschaltet, in deren Widerstand *R* eine Vernichtung der restlichen Energie noch nicht ausgeglichener Reflektionen stattfindet. In dem Schema *d* ist dargestellt, daß bei einer Anordnung gemäß *b* mit Hilfe eines Umschalters 48 auch eine direkte Anschaltung je eines Senders an einen der beiden Speisepunkte 42, 43 möglich ist, wenn die

Filterweiche *FW* gestört sein sollte. Für diesen Notbetrieb reicht erfahrungsgemäß die Entkoppelung der in Abb. 7 dargestellten Drehkreuzantennen aus, da ja in beiden Fällen die Antennenhälften allein nach oben und unten eine geringe Strahlung haben. Entsprechendes gilt in gesteigertem Maße, wenn man an Stelle der gezeichneten Drehkreuzantennen solche vom Ringstrahlertyp, beispielsweise Schlitzstrahler oder Antennengruppen nach Abb. 4, 5, 6, verwendet. Auch für diese Strahlertypen gelten die in Abb. 7, a, b, c, d, dargestellten Speisungsarten.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Antennenanordnung für im wesentlichen horizontale Rundstrahlung mit wenigstens zwei vertikal übereinander angeordneten, einander im wesentlichen elektrisch gleichwertigen Antennenteilen, welche über wenigstens eine zu jedem Teil gehörende Zuleitung mit einer Verzweigungsstelle verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden elektrischen Weglängen von der Verzweigungsstelle bis zu zwei einander entsprechenden Anschlußpunkten an den beiden Antennenteilen sich um einen Phasenwinkel von wenigstens annähernd  $90^\circ$  oder einem ungradzahligen Vielfachen dieses Winkels unterscheiden und daß die Antennenteile räumlich derartig voneinander verschieden ausgebildet oder/und räumlich derartig gegeneinander in bezug auf die vertikale Achse versetzt oder verdreht bzw. in solchem Abstand voneinander angeordnet sind, daß die durch den Phasenunterschied der Speisung hervorgerufene Abweichung der Hauptstrahlungsrichtung von der Horizontalen in dem gewünschten Maße oder vollständig ausgeglichen ist, vorzugsweise in solchem Maße, daß die Richtung, unter welcher das Strahlungsmaximum erscheint, gegenüber der Horizontalen um einen vorbestimmten Winkel geneigt ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenteile aus Drehkreuzstrahlern gebildet sind und daß die Strahler (1, 2, 3, 4) des einen Antennenteiles gegenüber den Strahlern des anderen Antennenteiles (5, 6, 7, 8) um die gemeinsame Vertikalachse herum eine räumliche Winkelverdrehung ( $\beta$ ) aufweisen.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenteile aus Ringstrahlern gebildet sind und ein unterer Ringstrahler gegenüber einem oberen Ringstrahler einen größeren Durchmesser aufweist.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenteile aus Schlitzstrahlern gebildet sind und ein unterer Schlitzstrahler (20) eine ungefähr im Verhält-

nis der Durchmesser größere Anzahl von Schlitzten aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch wenigstens zwei Rundstrahlgruppen (25, 26), welche aus Richtstrahlern zusammengesetzt sind, die auf den Seiten je eines gleichseitigen geraden Prismas angeordnet sind, und durch größeren Durchmesser des unteren Prismas gegenüber dem des oberen.

6. Anordnung nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahler des einen, vorzugsweise des oberen Antennenteiles (35) an einem Mast von quadratischem Querschnitt derartig befestigt sind, daß ihre Hauptebenen den äußeren Begrenzungsebenen des Mastes im wesentlichen parallel sind, während die Strahler eines anderen, vorzugsweise des unteren Antennenteiles (36) an dem Mast derartig befestigt sind, daß ihre Hauptebenen diese äußeren Begrenzungsebenen unter einem Winkel von ungefähr  $45^\circ$  schneiden (Abb. 6).

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahler mit zu den Hauptebenen parallelen flächen- oder gitterartigen Reflektoren versehen sind, welche in dem erstgenannten Antennenteil (35) den äußeren Begrenzungsebenen des Mastes benachbart sind, während sie in dem zweitgenannten Antennenteil (36) den Mastkanten benachbart sind.

8. Anordnung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Mast (37) für beide Antennenteile (35, 36) den gleichen Querschnitt aufweist.

9. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der räumliche Verdrehungswinkel ( $\beta$ ) derart bemessen ist, daß sich für die zusammengefaßten Antennenteile eine wesentliche Annäherung des Horizontalstrahlungsdiagramms an die Kreisform ergibt, und der vertikale Abstand der Antennenteile voneinander derart gewählt ist, daß das Strahlungsmaximum bei dem vorbestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen auftritt.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der beiden Antennenteile (14, 15) in unterschiedlicher Höhe angeordnete Strahler über Leitungsteilstücke oder Übertragungsglieder mit unterschiedlichen Phasenwinkeln bzw. elektrischen Längen derart gespeist werden, daß bereits für einen Antennenteil allein die Neigung der Richtung des Strahlungsmaximums gegenüber der Horizontalen einen vorbestimmten Wert ( $\alpha$  bzw.  $\alpha'$ ) erhält.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zu den beiden Antennenteilen führenden Leitungen mit der gemeinsamen Zuleitung über eine Brückenschaltung, vorzugsweise Echofalle, verbunden sind.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

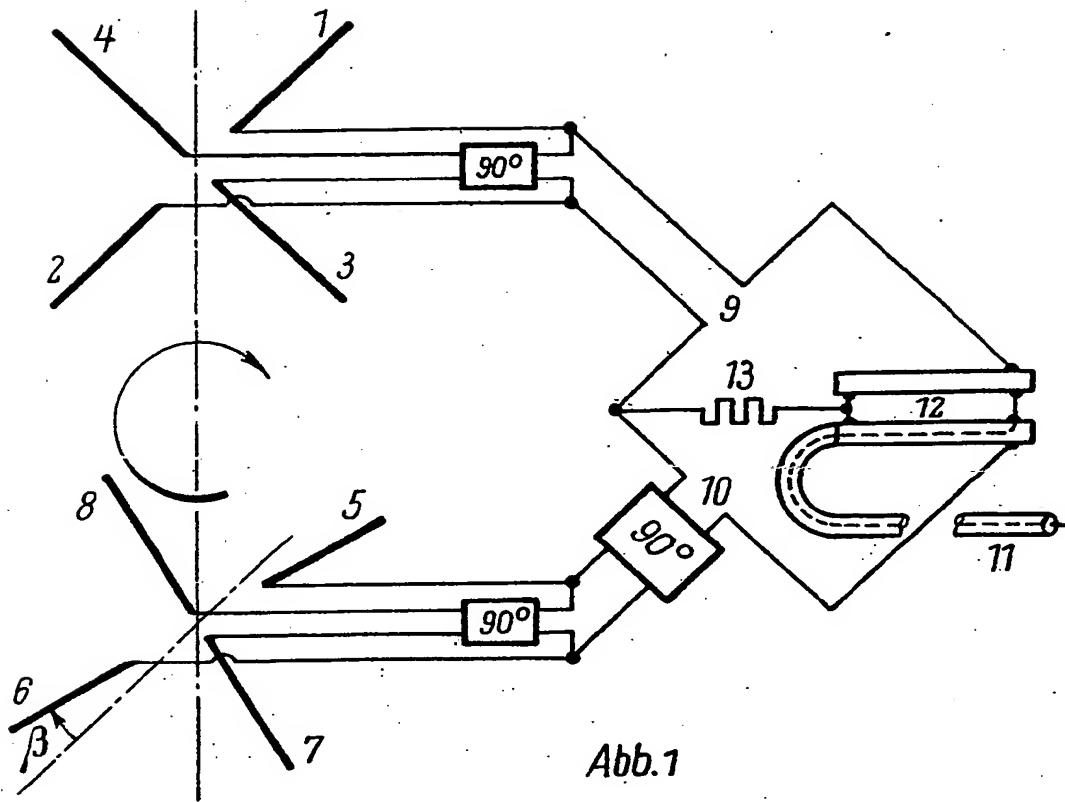


Abb.1

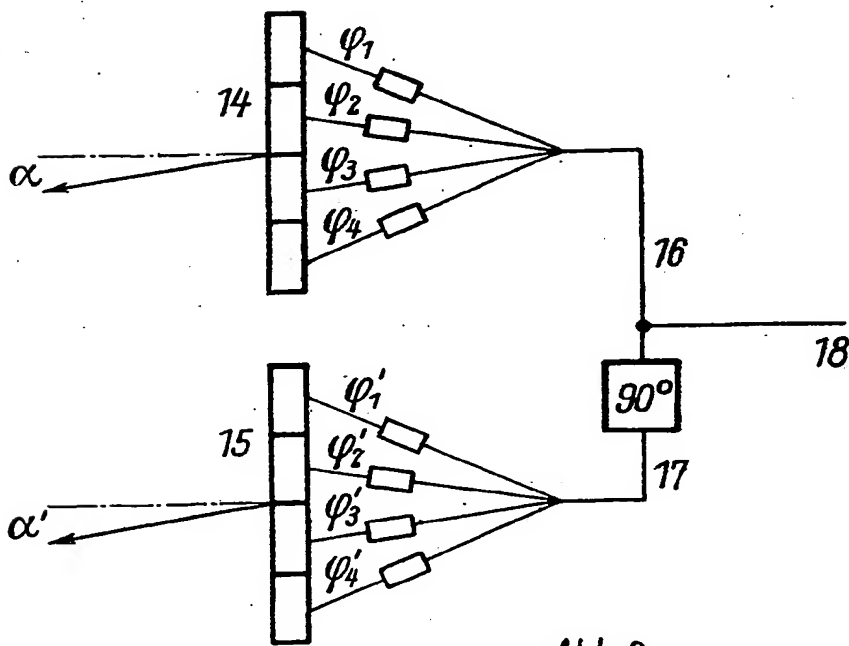


Abb.2

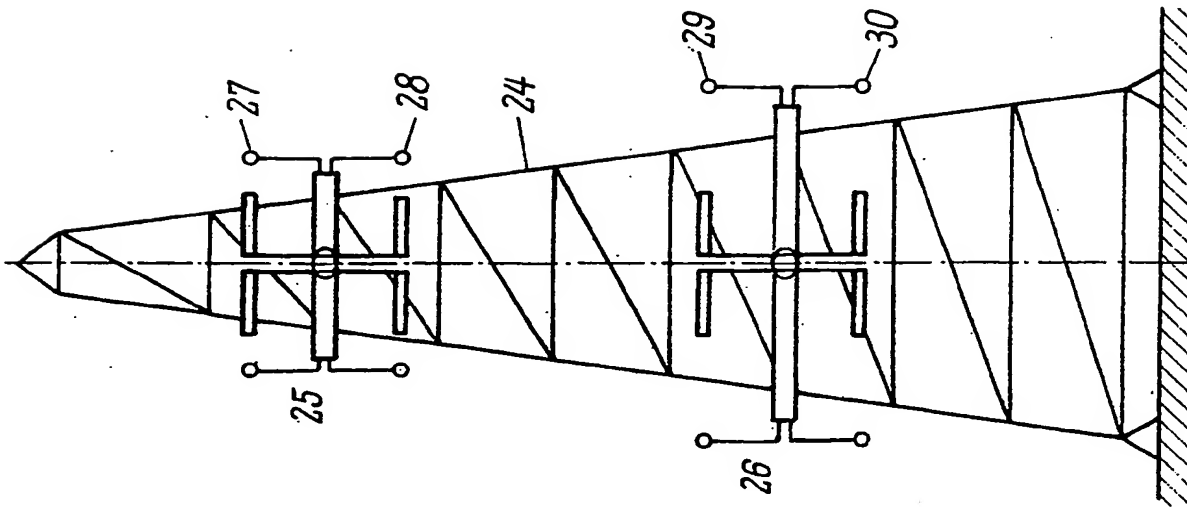


Abb. 4

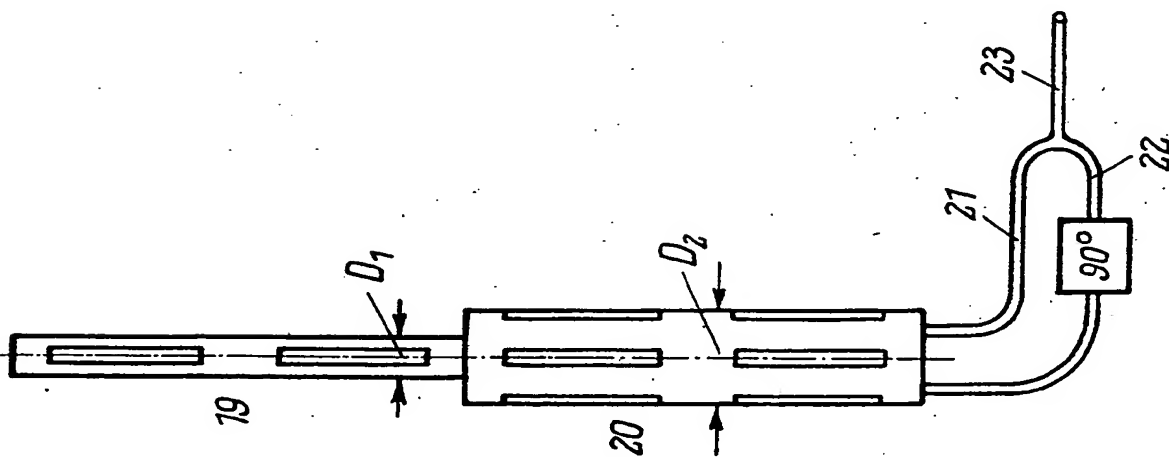


Abb. 3

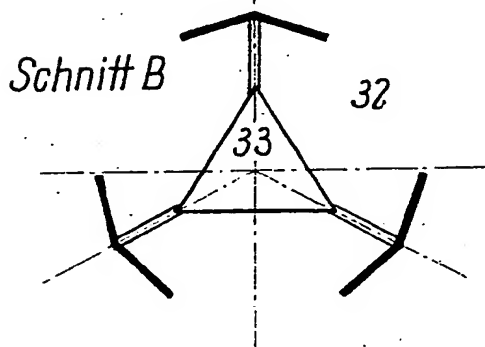
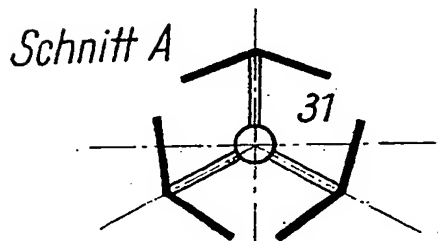
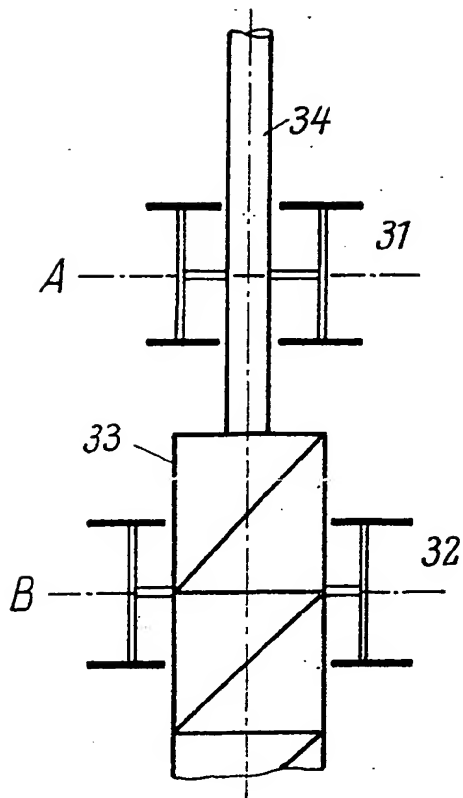


Abb. 5

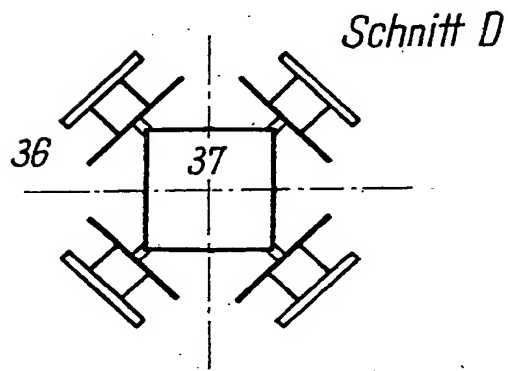
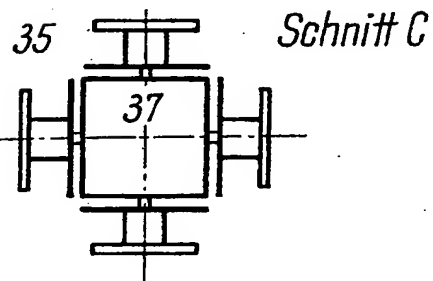
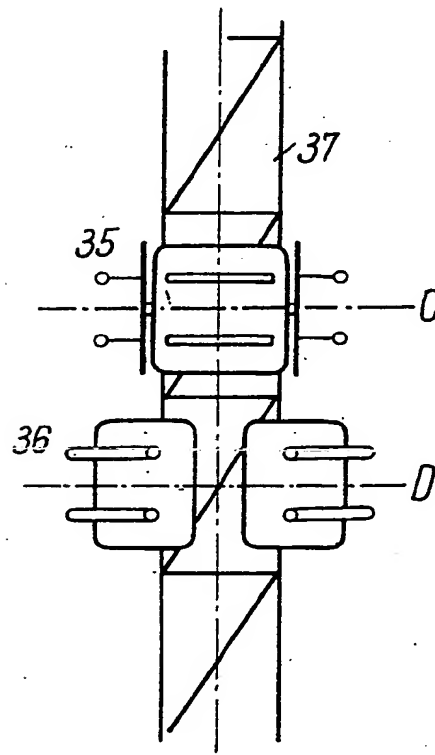


Abb. 6

